

**ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KINERJA
SIMPANG EMPAT BERSINYAL
(Studi Kasus Simpang Empat Telukan Grogol Sukoharjo)**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

INDRA KUSUMA AJI

NIM : D 100 960 120

NIRM : 96.6.106.03010.50120

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2013

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KINERJA
SIMPANG EMPAT BERSINYAL
(Studi Kasus Simpang Empat Telukan Grogol Sukoharjo)**

Tugas Akhir

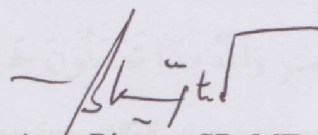
diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 26 Juni 2013

diajukan oleh :

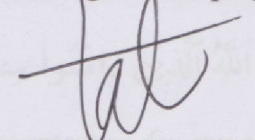
INDRA KUSUMA AJI
NIM : D 100 960 120
NIRM : 96.6.106.03010.50120

Susunan Dewan Penguji

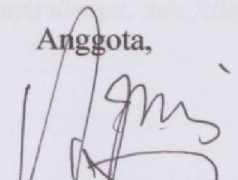
Pembimbing Utama


Ir. Agus Riyanto SR, MT.
NIK : 483

Pembimbing Pendamping


Drs. H. Gotot SM, MT.
NIK : 475

Anggota,


Ir. H. M Nyamadi, MT.
NIP : 131287426

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta,

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Agus Riyanto SR, MT.
NIK : 483

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Ir. H. Suhendro Trinugroho, MT.
NIK : 732

MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Q.S. Alam Nasyrah : 6)

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

(Q.S. Ar-Ra'd : 11)

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Sesungguhnya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan dengan beberapa derajat, dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(Qs. Al-Mujadalah : 11)

Ya Allah berilah kepadaku kekayaan dengan ilmu, hiasilah aku dengan sifat hilm (santun), muliakanlah aku dengan taqwa dan percantiklah aku dengan afiyah (kesehatan secara umum).

(Doa Rasulullah)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur ALHAMDULILLAH penulis persembahkan karya sederhana ini kepada:

- ❖ *Ayah (alm), Ibu, Kakakku dan Adik-adikku yang telah memberikan dukungan, dorongan materi maupun moril*
- ❖ *Yang telah mengalirkan doa dan semangat di tubuhku, terima kasih untuk air mata hati yang selalu mengalir, cinta, kasih dan sayang*
- ❖ *Sahabat-sahabatku*
- ❖ *Yang telah mengangkat penulis untuk berdiri dengan kaki, ketika sayap lupa bagaimana caranya untuk terbang*
- ❖ *Almamater UMS*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL (Studi Kasus Simpang Empat Telukan Grogol Sukoharjo)”. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tidak lepas dari dukungan serta bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto SR, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Suhendro Trinugroho, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Riyanto SR, MT., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian laporan ini.
4. Bapak Drs. H. Gotot SM, MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian laporan ini.
5. Bapak Ir. H. M. Nyamadi, MT., selaku Dosen Penguji.
6. Ibu Senja Rum Harnaeni, ST., MT., selaku Dosen Tamu.
7. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu kepada penulis dalam pelaksanaan kegiatan akademik.
8. Bapak (alm) dan Ibuku atas do'a, dukungan, kasih sayang yang tiada henti-hentinya, serta bantuan moril dan materiil.

9. Kakak, Adik-adikku, dan seluruh keluargaku, terima kasih atas segala dukungan serta kasih sayangnya selama ini.
10. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil UMS yang telah membantu, terima kasih atas bantuannya.
11. Teman-teman maupun pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka dengan segala kerendahan hati, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna kesempurnaannya Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita. Amien.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAKSI	xviii
 BAB 1. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	2
F. Keaslian Penelitian	3
G. Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya.....	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Simpang	5
B. Jenis Simpang	5
C. Simpang Bersinyal	7
D. Kinerja Simpang	9
E. Penelitian Sejenis	10

BAB III. LANDASAN TEORI

A. Karakteristik Lalu Lintas	13
1. Kondisi geometrik dan lingkungan	13
2. Kondisi lalu lintas	14
3. Penentuan waktu antar hijau per fase dan waktu hilang	15
4. Penentuan waktu sinyal	15
B. Kinerja Simpang	28
1. Kapasitas dan derajat kejenuhan	28
2. Panjang antrian	29
3. Kendaraan terhenti	31
4. Tundaan	32

BAB IV. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian	34
B. Alat-alat Penelitian	34
C. Sumber Data	35
D. Langkah-langkah Penelitian	35
E. Bagan Alur Penelitian	37
F. Jadwal Penelitian	39

BAB V. PENDATAAN DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Lalu Lintas	40
1. Kondisi geometrik	40
2. Kondisi medan	41
3. Jumlah penduduk	41
4. Kondisi lingkungan	41
5. Kondisi persinyalan	41
6. Kondisi lalu lintas	42
B. Kinerja Simpang Bersinyal	49
1. Perhitungan kapasitas (C)	49
2. Perhitungan derajat kejenuhan (DS)	49

3. Perhitungan panjang antrian (QL)	50
4. Perhitungan kendaraan terhenti (N_{sv})	52
5. Perhitungan tundaan (D)	53

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	56
B. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Jenis simpang dilihat dari segi geometrik	6
Tabel II.2. Hasil penelitian simpang Brebes.....	11
Tabel II.3. Hasil penelitian simpang Alun-alun Kota Sragen.....	11
Tabel II.4. Hasil penelitian simpang Dawung Surakarta	12
Tabel III.1. Nilai ekivalen mobil penumpang (emp)	14
Tabel III.2. Nilai pendekatan waktu antar hijau normal	15
Tabel III.3. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})	21
Tabel III.4. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})	22
Tabel III.5. Nilai waktu siklus yang layak	26
Tabel IV.1. Jadwal penelitian	39
Tabel V.1. Hasil perhitungan lebar efektif (W_e)	40
Tabel V.2. Waktu sinyal 3 fase	41
Tabel V.3. Rekapitulasi arus lalu lintas Simpang Empat Telukan (Kamis, 19 April 2007)	42
Tabel V.4. Rekapitulasi arus lalu lintas Simpang Empat Telukan (Sabtu, 21 April 2007)	43
Tabel V.5. Rekapitulasi arus lalu lintas	43
Tabel V.6. Rekapitulasi arus lalu lintas jam puncak Simpang Empat Telukan (kendaraan/jam)	44
Tabel V.7. Rekapitulasi arus lalu lintas jam puncak Simpang Empat Telukan (smp/jam)	44
Tabel V.8. Hasil perhitungan rasio kendaraan belok kiri	45
Tabel V.9. Hasil perhitungan rasio kendaraan belok kanan	45
Tabel V.10. Hasil perhitungan rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})	46
Tabel V.11. Hasil perhitungan arus jenuh dasar (S_o)	46
Tabel V.12. Hasil perhitungan faktor penyesuaian hambatan samping	47
Tabel V.13. Hasil perhitungan arus jenuh disesuaikan (S)	48

Tabel V.14.	Hasil perhitungan kapasitas (C)	49
Tabel V.15.	Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS)	49
Tabel V.16.	Hasil perhitungan panjang antrian (QL)	52
Tabel V.17.	Hasil perhitungan kendaraan terhenti (N_{sv})	53
Tabel V.18.	Hasil perhitungan tundaan	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.1. Skema lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas	17
Gambar III.2. Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P	18
Gambar III.3. Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah	19
Gambar III.4. Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe O dengan lajur belok kanan terpisah	20
Gambar III.5. Faktor penyesuaian kelandaian	22
Gambar III.6. Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (F_P)	23
Gambar III.7. Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{RT}) (hanya untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, tanpa median)	24
Gambar III.8. Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (F_{LT}) (hanya untuk pendekat tipe P tanpa <i>LTOR</i>)	25
Gambar III.9. Grafik penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian	27
Gambar III.10. Jumlah kendaraan antri yang tersisa dari fase hijau sebelumnya	30
Gambar III.11. Perhitungan jumlah antrian smp NQ_{MAKS}	31
Gambar IV.1. Lokasi penelitian	34
Gambar IV.2. Bagan alur penelitian	38
Gambar V.1. Kondisi geometrik Simpang Telukan	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Perhitungan Lalu Lintas Hari Pertama
Lampiran II	Perhitungan Lalu Lintas Hari Kedua
Lampiran III	Perhitungan Jumlah Arus Kendaraan Bermotor dan Tidak Bermotor
Lampiran IV	Perhitungan Sinyal
Lampiran V	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Simpang Bersinyal
Lampiran VI	Data Penduduk Kabupaten Sukoharjo
Lampiran VII	Kartu Konsultasi Tugas Akhir

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ALLRED _{time}	Waktu merah semua	Waktu merah semua.
AMBER	Waktu kuning	Waktu kuning setelah hijau dalam sebuah pendekat (det).
B	Barat	Arah pendekat ke Barat.
BPS	Badan Pusat Statistik	Instansi pemerintah yang mengurus kependudukan.
BU	Barat Utara	Arah pendekat ke Barat Utara.
C	<i>Capacity</i>	Kapasitas.
C _{time}	<i>Cycle time</i>	Waktu siklus. Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal.
COM	<i>Commercial</i>	Komersial.
CS	<i>City size</i>	Ukuran kota.
D	<i>Delay</i>	Tundaan. Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang.
DG	Tundaan geometrik	Tundaan geometrik.
DISKIMPRASWIL	Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah	Instansi pemerintah yang mengurus permukiman.
Dj	Tundaan rata-rata simpang	Tundaan rata-rata simpang.
DS	<i>Degree of saturation</i>	Derajat kejenuhan. Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
DT	Tundaan lalu lintas	Tundaan lalu lintas.
Emp	Ekivalen mobil penumpang	Faktor dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan

		keperluan waktu hijau untuk keluar dari antrian apabila dibandingkan dengan kendaraan ringan.
F	Faktor penyesuaian	Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variable.
F _{CS}	Faktor penyesuaian ukuran kota	Faktor penyesuaian ukuran kota.
F _G	Faktor kelandaian	Faktor kelandaian.
F _{LT}	Faktor penyesuaian belok kiri	Faktor penyesuaian belok kiri.
F _P	Faktor parkir	Faktor parkir.
F _{RT}	faktor penyesuaian belok kanan	Faktor penyesuaian belok kanan.
F _{SF}	Faktor penyesuaian hambatan samping	Faktor penyesuaian hambatan samping.
GR	<i>Green ratio</i>	Perbandingan antara hijau dan waktu siklus dalam satu pendekat.
g _{time}	<i>Green time</i>	Waktu nyala hijau dalam satu pendekat.
HV	<i>Heavy Vehicle</i>	Kendaraan berat.
i	Fase	Bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (i: indek untuk nomor fase).
IFR	<i>Intersection flow ratio</i>	Rasio arus simpang.
IG	<i>Inter green</i>	Antar hijau. periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan.
LT	<i>Left turn</i>	Indeks untuk lalu lintas belok kiri.

LTI	<i>Loss time</i>	Waktu hilang. Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.
LTOR	<i>Left turn on red</i>	Belok kiri langsung.
LV	<i>Light vehicle</i>	Kendaraan ringan.
MC	<i>Motor cycle</i>	Sepeda motor.
MKJI	Manual Kapasitas Jalan Indonesia	Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
MV	Kendaraan bermotor total	Jumlah total kendaraan bermotor.
NQ	<i>Number of queue</i>	Antrian.
NS	<i>Number of stop</i>	Angka henti. Jumlah rata-rata henti per kendaraan.
P _{LT}	<i>Left turn ratio</i>	Rasio belok kiri.
P _{SV}	<i>Stop vehicle ratio</i>	Ratio kendaraan terhenti.
P _{RT}	<i>Right turn ratio</i>	Rasio belok kanan.
P _{UM}	<i>Unmotorick ratio</i>	Rasio kendaraan untuk kendaraan tidak bermotor.
PR	<i>Phase ratio</i>	Rasio fase.
Q	<i>Quantity</i>	Arus lalu lintas.
Q _B	Arus pendekat ke Barat	Arus yang membelok ke Barat.
Q _{BU}	Arus pendekat ke Barat Utara	Arus yang membelok ke Barat Utara.
Q _{SB}	Arus pendekat ke Selatan Barat	Arus yang membelok ke Selatan Barat.
Q _{ST}	Arus pendekat ke Selatan Timur	Arus yang membelok ke Selatan Timur.
Q _T	Arus pendekat ke Timur	Arus yang membelok ke Timur.

Q _{UM}	Arus kendaraan tak bermotor	Arus kendaraan tidak bermotor.
QL	<i>Queue length</i>	Panjang antrian.
RT	<i>Right turn</i>	Indeks untuk lalu lintas belok kanan.
RA	<i>Restricted access</i>	Akses terbatas. Jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali.
RES	<i>Residence</i>	Pemukiman. Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
S	<i>Saturation flow</i>	Arus jenuh.
So	<i>Basic saturation flow</i>	Arus jenuh dasar.
SF	<i>Side friction</i>	Hambatan samping.
Smp	Satuam mobil penumpang	Satuan mobil penumpang.
ST	<i>Straight turn</i>	Indeks untuk lalu lintas lurus.
Type O	<i>Opposited approach</i>	Pendekat terlawan.
Type P	<i>Protected approach</i>	Pendekat terlindung.
T	Timur	Arah pendekat ke Timur.
U	Utara	Arah pendekat ke Utara.
UM	<i>Un motorized</i>	Kendaraan tidak bermotor.
W _A	Lebar jalan	Lebar jalan.
We	Lebar efektif	Lebar efektif.
W _{ENTRY}	Lebar masuk	Lebar masuk.
W _{EXIT}	Lebar keluar	Lebar keluar.
WIB	Waktu Indonesia Bagian Barat	Waktu Indonesia Bagian Barat.
W _{LTOR}	Lebar untuk belok kiri	Lebar untuk kendaraan belok kiri.

ABSTRAKSI
ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KINERJA
SIMPANG EMPAT BERSINYAL
(Studi Kasus Simpang Empat Telukan Grogol Sukoharjo)

Simpang Empat Telukan merupakan salah satu simpang bersinyal di Sukoharjo. Arus lalu lintas yang melalui simpang ini adalah arus menuju ke Solo Baru, Surakarta, Sukoharjo dan Wonogiri, yang merupakan daerah komersial. Simpang Empat Telukan mempunyai potensi yang dapat menimbulkan kemacetan, karena banyaknya bus dan angkutan yang berhenti di dekat simpang untuk mencari penumpang serta kendaraan berat yang melewati simpang tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi karakteristik arus lalu lintas dan kinerja simpang.

Jenis data yang digunakan untuk keperluan analisis adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data geometrik jalan, data kondisi lingkungan, data arus lalu lintas, dan data waktu sinyal. Pencatatan arus lalu lintas dibagi dalam kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor yang dipisahkan tiap interval 15 menit pada kondisi jam puncak pagi, siang dan sore, pengambilan dilakukan pada hari Kamis 19 April 2007 dan Sabtu 21 April 2007. Sedangkan data sekunder yang berupa data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik. Data tersebut dianalisis untuk mencari kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti dan tundaan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa arus lalu lintas yang melewati simpang empat Telukan adalah padat. Jam puncak terjadi pada siang hari sebesar 2003,5 smp/jam dan pada pagi hari sebesar 1975,4 smp/jam. Pengaturan sinyal di simpang empat Telukan diatur dalam 3 fase dengan siklus 72 detik. Kinerja simpang dapat dilihat dari nilai kapasitas (lengan Utara 958,51 smp/jam, lengan Timur 195,82 smp/jam, lengan Selatan 1130,66 smp/jam, lengan Barat 198,07 smp/jam), derajat kejenuhan simpang yang cukup tinggi (lengan Utara 0,84, lengan Timur 0,82, lengan Selatan 0,81, lengan Barat 0,60), panjang antrian (lengan Utara 74,29 m, lengan Timur 81,82 m, lengan Selatan 77,14 m, lengan Barat 54,55 m), jumlah kendaraan terhenti (lengan Utara 776,98 smp/jam, lengan Timur 211,20 smp/jam, lengan Selatan 838,37 smp/jam, lengan Barat 110,88 smp/jam) dan tundaan (lengan Utara 36,66 detik/smp, lengan Timur 61,98 detik/smp, lengan Selatan 32,03 detik/smp, lengan Barat 35,87 detik/smp).

Kata kunci : *karakteristik, kinerja, simpang bersinyal*